Aus der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Der Härtegrad unterschiedlich alter Zahnhartsubstanzschichten in Abhängigkeit von temporären Hydrocortisongaben während der Zahnentwicklungsphase

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ruth Müller
aus Dresden

1970

Aus der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Der Härtegrad unterschiedlich alter Zahnhartsubstanzschichten in Abhängigkeit von temporären Hydrocortisongaben während der Zahnentwicklungsphase

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Ruth Müller
aus Dresden

1970

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. Dr. K. Mayer

1. Berichterstatter: Privatdozent Dr. H. Wörner
2. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. E. Fröhlich

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

INHALTSÜBERSICHT

I. Einleitung und Problemstellung 3 - 6

II. Eigene Untersuchungen:

A Das Untersuchungsgut

1. Versuchstiere 7 - 9

2. Gewinnung und Herstellung der Proben 10 - 11

B Die Mikrohärtemessungen 12 - 14

C Messergebnisse 15 - 16

D Statistische Auswertung der Messergebnisse 17 - 21

III. Diskussion 22 - 24

IV. Zusammenfassung 25 - 26

V. Literaturverzeichnis 27 - 30

VI. Anhang 31 - 43

I Einleitung und Problemstellung

Die verbreitete therapeutische Anwendung der Nebennierenrindenhormone ist durch deren ausgeprägte antiphlogistische Wirkung begründet. Es gibt kaum ein Fachgebiet der Medizin, in dem Kortikoidpräparate nicht verwendet werden. Seit 1954 haben sie auch Eingang in die Zahnheilkunde gefunden (A. WOLFSON 1954). A. KIRYATI (1958) kombinierte Hydrocortison mit Oxytetracyklin und Chloramphenicol und konnte damit auch bei schwerer Traumatisation oder Infektion der Pulpa im Tierexperiment gute Ergebnisse erzielen. Nach seiner Darstellung waren keine nachteiligen Wirkungen auf die Bildung von Sekundärdentin oder auf den Heilungsprozess der Pulpa zu beobachten. Auch J.C. TURELL und E.C. MORALES (1958) sowie B. RAPOPORT und J. ABRAMSON (1958) hatten bei ihren Untersuchungen nur positive Ergebnisse.

Im Gegensatz hierzu haben F. GALLUZO und C. BELLONI (1959, 1962) erstmals darauf hingewiesen, daß nach der Cortisonapplikation die Ausbildung einer regulären Hartsubstanzdecke an der Defektstelle ausbleibt. Diesen Autoren sind auch bindegewebige Metaplasien des Markorgans und eindeutige Hinweise auf eine chronische Entzündung aufgefallen.

Diese Feststellungen sind nicht überraschend, wenn wir davon ausgehen, welche Wirkungen die Nebennierenrindenhormone für die Ausbildung von mineralisierten Geweben ganz generell haben. Die Glucokortikoide führen zu einer Veränderung des Stoffwechsels, auch des embryonalen Bindegewebes. Sie führen zu einer Verminderung des Eiweißaufbaues und zu einer Bildungs- und Wachstumshemmung der Fibroblasten. Die kollagenen Fasern werden in eine homogene Masse verwandelt. Die Vascularisation wird gestört und die Durchlässigkeit der Kapillaren vermindert. Zwangsläufig müssen sich solche Veränderungen auch auf die Ausbildung von Knochen- bzw. Zahnhartgeweben auswirken. So ist eine Form der Osteoporose, die durch ein Übermaß an Kortikoiden ausgelöst wird, als Steroidosteoporose allseits bekannt.

Durch die Untersuchungen von H. ROHR und H. WOLF (1966) wissen wir, daß bei dem energieverbrauchenden Mineralisationsprozess bei der Hartsubstanzbildung Glykogen durch glykolytische Fermente aufgebraucht wird. Hierbei hat die Chondroitinschwefelsäure als Kationenaustauscher einen wichtigen Einfluß auf den Kalkstoffwechsel. Da die Glucokortikoide auch die intrazelluläre Synthese der Chondroitinschwefelsäure hemmen, könnte auf diese Weise die zusätzliche Gabe von Nebennierenrindenhormonen zu einer verminderten Mineralisation der Knochen und Zahngewebe führen. Allerdings bestehen auch heute noch viele Unklarheiten über die Wirkungsweise hormonaler Substanzen auf den Calciumstoffwechsel. H. JESSERER und R. KOTZAUREK (1959) schließen aufgrund ihrer Beobachtungen, daß die Kortikoide Cortison, Prednison und Prednisolon keinen Einfluß auf den Calciumstoffwechsel haben sollen. Es ist aber nicht zu bestreiten, daß unphysiologische Kortikoidgaben zu einer substanziellen Verminderung mineralisierter Körpergewebe führen. Dies gilt auch für die Zahnhartsubstanz. L.B. JOHANNESSEN (1961, 1964), H. WÖRNER (1969) und A. LANDENBERGER (1970) haben bewiesen, daß parenteral verabreichte Hydrocortisongaben während der Zahnentwicklungsphase zu einer Reduktion der ausgebildeten Hartsubstanzvolumina führen.

Man hat daher immer wieder versucht, auf dem Weg über Härtemessungen von Schmelz und Dentin Hinweise für den Mineralisationsgrad von Zähnen zu erhalten. Nach überlieferten Vorstellungen (H.H. REBEL 1956) enthalten sklerotische Zähne, d.h. harte Zähne, mehr Calcium und Phosphor als sogenannte malaktotische weiche Zähne.

H. WÖRNER (1969) hat sich mit dem Problem möglicher qualitativer Unterschiede zwischen normal entwickelten Zahnhartsubstanzen und solchen, die unter Kortikoideinfluß entstanden, eingehend auseinandergesetzt.

Einerseits konnte er zeigen, daß

a) der prozentuale Anteil von Calcium und Phosphor in allen untersuchten und einander entsprechenden Zahnzonen bei kortikoidbehandelten Tieren und bei Kontrolltieren in verschiedenen Alterstufen gleichgroß ist;

b) daß sich die Calcium- und Phosphorkonzentration in den Zahnhartsubstanzen während des letzten Drittels der Mineralisationsphase bei normaler Entwicklung wie auch bei der Entwicklung unter Kortikoideinfluß nicht mehr verändert. Dies gilt für Kortikoidgaben während der gesamten Zahnentwicklungsphase wie auch dann, wenn das Kortikoid nur im ersten und zweiten Drittel der Zahnentwicklungsperiode gegeben wurde.

Andererseits ergab sich aus den Untersuchungen, die H. WÖRNER (1969) gemeinsam mit E. FISCHER (1969) durchführte, daß Hydrocortisongaben während der Zahnentwicklungsphase zu einer deutlichen Verminderung der Endhärte des Dentins führen, wohingegen die Ausbildung der Schmelzhärte nicht beeinflußt wird. Bei diesen Untersuchungen war der Zustand des Dentins unmittelbar nach Abschluß der Zahnentwicklungsphase in seiner Gesamtheit erfasst worden.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, nunmehr nachstehende Fragen, die bei diesen Untersuchungen nicht berücksichtigt wurden, zu klären.

1. Sind die durch Hydrocortisongaben verursachten Härteveränderungen in den Zahnhartsubstanzen auf die Zahnabschnitte begrenzt, die während der Kortikoidzufuhr gebildet werden?
2. Wird das Härteverhalten auch solcher Hartsubstanzschichten beeinflusst, die schon vor der Hydrocortisonzufuhr gebildet waren.
3. Wird die kortikoidbedingte Veränderung der Dentinhärte nach dem Absetzen der Zufuhr wieder ausgeglichen, wie dies

beispielsweise bei den Veränderungen im Zuge der Steroid-osteoporose geschieht.

Um hierüber Aussagen machen zu können, ist es erforderlich, den Härtegrad unterschiedlich alter Zahnhartsubstanzschichten in Abhängigkeit von temporären Hydrocortisongaben während der Zahnentwicklungsphase zu bestimmen.

II Eigene Untersuchungen

A Das Untersuchungsgut

1. Versuchstiere

Für unsere Untersuchungen mußte eine Tierart gewählt werden, die in Zahnentwicklung und Zahnstruktur der menschlichen vergleichbar ist. Nachdem in der Kariesforschung seit langem mit Albinoratten erfolgreich gearbeitet wurde und nachdem sich Rattenmolaren bei den Untersuchungen von H. WÖRNER (1969) als sehr brauchbar erwiesen hatten, haben wir uns ebenfalls für diese Tiere entschieden.

Zur Gebißentwicklung bei der Ratte finden sich bei E. HAGEMANN (1960) und O'BRIEN et al. (1958) detaillierte Angaben. Die Dentinbildung beginnt bei den ersten Molaren am 20.-21. Tag der intrauterinen Entwicklung, d.h. 4-6 Tage vor der Geburt. Bei den zweiten Molaren wird der Vorgang der Dentinablagerung am 1. oder 2. Lebenstag, bei den dritten Molaren am 14. Lebenstag beobachtet. Die Krone ist in ihren äusseren Umrissen bei M1 am 11., bei M2 am 13. und bei M3 am 21. Tag ausgebildet. Die Wurzelgabelung erfolgt bei M1 am 15. Tag, bei M2 am 17. Tag und bei M3 am 25. Lebenstag. Die Dentinbildung ist bei M1 etwa am 30. Lebenstag, bei M2 etwa 35. Lebenstag und bei M3 am 50. Lebenstag abgeschlossen.

Wenn wir eine Versuchsanordnung wählen, bei der wenige Tage (3) nach der Geburt mit den Hydrocortisongaben begonnen wird, und wenn diese Medikation bis zur Mitte der Zahnentwicklungsphase (ca. 15. Lebenstag) fortgesetzt wird, müssen wir bei M1 eine äusserste, intrauteringebildete Dentinschicht, die primär nicht von Hydrocortison beeinflusst ist, finden. Zur Zahnmitte hin schliesst sich dann eine Dentinschicht an, die noch ca. 5 Tage (bis zum 20. Lebenstag) nach der letz-

ten Kortikoidgabe dem Hydrocortisoneinfluss ausgesetzt ist, wohingegen die weiter innen liegenden, noch später gebildeten Schichten, wieder unter Normalbedingungen aufgebaut werden.

Durch Vergleich der einander entsprechenden Hartsubstanzschichten bei 20 und bei 33 Tage alten Tieren untereinander und durch Gegenüberstellung der Ergebnisse von Kontrolltieren kann geprüft werden, ob sich die Einwirkung des Hydrocortisons auf die Schichten, die in dieser Zeit gebildet werden, beschränkt, ob an bereits gebildeten Schichten sekundäre Veränderungen ausgelöst werden oder ob schließlich diese Veränderungen in einer Entwicklungsphase ohne Hydrocortisonzufuhr wieder ausgeglichen werden.

Um für die vergleichenden Untersuchungen genetisch möglichst einheitliches Tiermaterial zu verwenden, wurden alle Versuchstiere unserer Untersuchungsreihe aus dem Inzuchtstamm FW 49 Biberach der Firma Thomae entnommen. Der Versuch fand im Frühjahr statt. Die Raumtemperatur lag bei 24° C. Die Nahrung bestand aus Hartpresstrockenfutter und Leitungswasser at libitum. Alle Tiere eines Wurfes verblieben gemeinsam mit der Mutter bis zum Versuchsende in einem Käfig und wurden regelmäßig gewogen.

Die Muttertiere waren bei Versuchsbeginn, d.h. bei der Kopulation ca. 3 Monate alt. Aus jedem Wurf bestimmten wir 2 Kontrolltiere. Alle anderen neugeborenen Tiere erhielten am 3., 6., 9. und 15. Lebenstag 0,01ml Hydrocortison subcutan unter die Rückenhaut injiziert. Als Präparat verwendeten wir Hydrocortison Hoechst Kristallsuspension aus Ampullen zu 1ml nachstehender Zusammensetzung: Hydrocortisonacetat 0,025g, Natriumchlorid 0,009g, Emulgator 0,009g, Benzylalkohol 0,00945g, Aqua bidest. pro injektione ad 1ml. Die

Dosis von 0,01ml und die zeitlichen Intervalle hatten sich bei Vorversuchen als brauchbare Toleranzdosis erwiesen. Bei höherer Dosis und bei kürzeren Injektionsfolgen steigt die Mortalität so stark an, daß die Untersuchungen nicht abgeschlossen werden können.

Nach 20 Tagen wurde die erste Hälfte, nach 33 Tagen die zweite Hälfte der Kontrolltiere und der hydrocortisonbehandelten Tiere getötet.

Für die weiteren Untersuchungen konnten dann 12 Kontrolltiere (Lebensalter 20 Tage), 12 Kontrolltiere (Lebensalter 33 Tage), 13 mit Hydrocortison behandelte Tiere (Lebensalter 20 Tage) und 12 hydrocortisonbehandelte Tiere (Lebensalter 33 Tage) herangezogen werden.

2. Gewinnung und Herstellung der Proben
Die Schädel der getöteten Tiere wurden 4 Tage lang in 4%iger Formalinlösung fixiert. Anschließend wurden die Unterkieferhälften herauspräpariert, von den Weichteilen befreit und bis zur Weiterverarbeitung in 75%igem unvergällten Alkohol aufbewahrt.

Die Unterkieferhälften wurden dann mit Hilfe von kalthärtendem Kunststoff so eingebettet, daß nur die Kauflächen herausragten. Mit dem Zahnschliffgerät der Firma Köhler (M.T. JANSEN 1950) wurde dann unter Wasserberieslung ein Längsschnitt durch den gesamten Unterkiefer gelegt und zwar so, daß die Schnittfläche durch die zentrale Längsfissur und durch die Wurzelspitzen des ersten Molaren verlief. Die so erhaltenen Längsschnitte wurden durch Schmirgeln auf einer Glasplatte mit Karborundpulver (400 bis 2000 fein) geglättet und danach mit einer Woll- und Lederschwabbel poliert. Die Präparate wurden dann mit Prilwasser und Alkohol sorgfältig gereinigt und in 0,9%iger physiologischer Kochsalzlösung aufbewahrt. Um eine gleichmäßige Weiterbehandlung der Präparate zu gewährleisten, wurden diese vor der eigentlichen Härtemessung 48 Stunden an der Luft getrocknet und nach einem Vorschlag von H. WÖRNER mit Aluminium (Schichtdicke ca. 1000 Å) bedampft. Die Bedampfung erfolgte mit einer Edwards Hochvakuumdampfanlage Typ 12 EG. im Anatomischen Institut der Universität Tübingen. Durch diese Maßnahme wird die Auswertung der Eindrücke bei den Härtemessungen wesentlich erleichtert.

Die Krone des ersten Molaren in diesem auf diese Weise gewonnenen Präparat wird in verschiedene Messzonen eingeteilt (siehe Abb.). Die mesiale bzw. distalapproximale Schmelzauflagerung bilden die Zone 1 (Schmelz). Unmittelbar unter der Schmelz-Dentingrenze bzw. unterhalb der äusseren Kauflächenbegrenzung liegt

mit einer Bandbreite bis zu 30 µ die Zone 2a (schmelznahes Dentin). Diese Zone entspricht etwa der Dentinschicht, die zu Beginn der Zahnbildungsperiode, d.h. intrauterin und in den ersten Tagen nach der Geburt entsteht. Weiter pulpawärts schließt sich in einer Schichttiefe zwischen 35 und 70 µ die Zone 2b (Dentinkern) an. Diese Schicht wird im wesentlichen während der Kortikoidmedikation ab dem 3. Lebenstag gebildet. Schließlich bestimmten wir noch eine Meßzone 2c (pulpanahes Dentin), die der Pulpa unmittelbar benachbart liegt. Hierbei ist zu beachten, daß in dieser Zone bei den 20 Tage alten Tieren noch mit einer abfallenden Kortikoideinwirkung zu rechnen ist, wohingegen diese Zone bei den 33 Tage alten Tieren größtenteils erst später, d.h. in einem Zeitraum entstand, in dem die Tiere das Medikament nicht mehr erhielten. Ein Vergleich der Meßergebnisse aus den Zonen 2c bei 20 und 33 Tage alten Tieren ist also nicht möglich.

B Die Mikrohärtemessungen

1. Die verschiedenen Verfahren der Mikrohärtemessung.

H. PICKERILL (1913) hat sich erstmals mit Härtemessungen an Zähnen befasst. Dabei arbeitete er nach einem aus der Geologie bekannten Ritzverfahren. Anstelle dieses Verfahrens empfahl H. RICHTER (1931) die Kugeldruckprobe nach BRINNEL. Beide Verfahren sind für Mikrohärtemessungen an Rattenmolaren unbrauchbar, denn die entstehenden Eindrücke mit einem Durchmesser von 1 - 1,2mm sind in einem Rattenmolaren mit einer mittleren Schmelzdicke von 100 µ und einer mittleren Dentinschichtdicke von 200 µ nicht unterzubringen.

F. KRELL (1953) und B.B. BLUME (1954) haben ein anderes, in der metallverarbeitenden Industrie angewendetes Verfahren für Härtemessungen an Zahnhartsubstanzen eingeführt, die Mikrohärtemessung in Vickers-Einheiten.

Dieses Verfahren wurde zwischenzeitlich von U. SEEGER (1962), D. BALLE (1962), T. SAWET (1963), G. STOLL (1964) und D. PLATH (1965) für Mikrohärtemessungen an Zahnhartsubstanzen mit gutem Erfolg eingesetzt, so daß dieses Verfahren heute als die Methode der Wahl bezeichnet werden kann.

Auch wir haben unsere Untersuchungen nach dieser Methode mit dem Kleinhärteprüfer "Durimet" der Firma E. Leitz, Wetzlar, durchgeführt (Abb.7). Bei diesem Verfahren wird ein in Pyramidenform geschliffener Diamant mit definierter Kraft 20 Sekunden lang auf die Oberfläche des zu prüfenden Körpers gepresst. Anschließend kann der dabei entstehende Eindruck (Abb.5b) optisch ausgemessen werden. Die Abmessungen des Prüfdiamanten (regelmäßige Pyramide mit einem Spitzenwinkel der Flächen zueinander von 136°) und die Kraft, die über den Prüfdiamanten auf das Prüfobjekt wirkt,

sind bekannt. Somit ist die Länge der Eindruckdiagonalen ein Maß für die Tiefe des Eindruckes und damit für den Härtegrad des Meßobjektes. Praktisch wird die Länge des Eindruckes beider Diagonalen in u gemessen und daraus der Mittelwert gebildet. Teilweise war eine Interpolation der diagonalen Mittelwerte nötig. Dieser Mittelwert ist die Ausgangsbasis für die Berechnung der Vickershärte nach der Formel

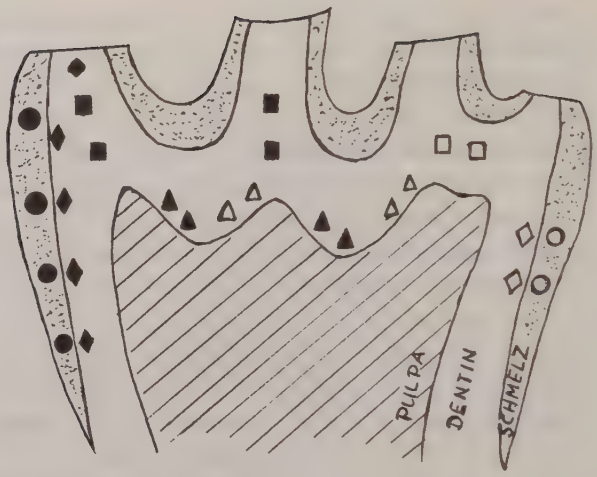
$$HV = \frac{1854 \quad P}{d^2}$$

Hierbei ist HV = Vickershärte in kg/mm^2
P = Prüfkraft in g
d = der Mittelwert beider Eindruckdiagonalen in u
1854 = eine Proportionalitätkonstante

Als Prüfkraft P verwendeten wir bei allen Untersuchungen ein Auflagegewicht von 50g. Dieses Auflagegewicht hatte sich bei Vorversuchen als das geeignetste erwiesen. Die Eindruckdiagonalen wurden bei 400facher Vergrößerung ausgemessen.

Für die praktische Durchführung der Härtemessungen wurde der "Durimet" auf einem Meßtisch aufgestellt und nach der Wasserwaage ausgerichtet. Damit der Prüfdiamant genau senkrecht in die Oberfläche des Prüfkörpers eindringen konnte, musste dieser ebenfalls sorgfältig waagerecht auf dem Objektivtisch eingestellt werden.

In den vorgesehenen Meßzonen bzw. Ersatzmeßzonen des 1. Molaren (vergl. Abb. Seite 14) wurden dann jeweils 4 Härtebestimmungen durchgeführt. Alle Meßergebnisse einer bestimmten Zone und einer bestimmten Tiergruppe wurden zum Mittelwert zusammengefasst. Insgesamt wurden 1568 Messungen durchgeführt.



Meßzonen am 1. unteren Rattenmolaren

Erklärung:

Zone 1	●	Schmelz
	○	Ersatzmeßpunkte
Zone 2a	◆	Dentin außen (schmelznah)
	◇	Ersatzmeßpunkte
Zone 2b	■	Dentinkern
	□	Ersatzmeßpunkte
Zone 2c	▲	Dentin innen (pulpennah)
	△	Ersatzmeßpunkte

C Meßergebnisse

Untersucht wurden die Härteeigenschaften von insgesamt 49 ersten Unterkiefermolaren bei Albinoratten in verschiedenen Meßzonen. Die Zähne stammen von Tieren, die während der Zahnentwicklungsphase unterschiedlichen Bedingungen unterworfen waren. Von jedem Kontrolltier (12 Tiere im Alter von 20 Tagen und 12 Tiere im Alter von 33 Tagen) sowie von jedem Versuchstier, das bis zum 15. Lebenstag mit Hydrocortison behandelt wurde (13 Tiere im Alter von 20 Tagen und 12 Tiere im Alter von 33 Tagen) wurde jeweils ein 1. Unterkiefermolar für unsere Untersuchungen verwendet.

Die einzelnen Meßwerte sind im Anhang der Arbeit zusammengestellt. Hier sollen zunächst nur die ermittelten Mittelwerte gegenüber gestellt werden.

Meßergebnisse: Mittelwerte in Vickerseinheiten (HV)

Gruppe:	Zone 1	Zone 2a	Zone 2b	Zone 2c
	Schmelz	Dentin schmelznah	Dentin Kern	Dentin pulpennah
Kontrolltiere 20 Tage alt	150,1	63,5	47,7	35,7
Kontrolltiere 33 Tage alt	146,8	69,7	46,5	38,4
Cortisontiere 20 Tage alt	153,2	59,5	38,3	34,3
Cortisontiere 33 Tage alt	149,0	56,3	38,1	32,6

Bei dieser Gegenüberstellung ergibt sich zunächst kein einheitliches Bild. Der Schmelz der 20 Tage alten Tiere zeigt einen geringeren Härtegrad als der Schmelz der 33 Tage alten Tiere. Im schmelznahen Dentin ergibt sich bei den Kontrolltieren der Eindruck einer Härtesteigerung mit fortschreitendem Alter, während bei den cortisonbehandelten Tieren der Härtegrad mit zunehmendem Alter anscheinend abnimmt. Dem gegenüber erscheint der Dentinkern bei den 33 Tage alten Kontrolltieren weicher als bei den 20 Tage alten Kontrolltieren.

Bevor wir diese errechneten Mittelwerte interpretieren und Schlußfolgerungen ziehen können, ist es erforderlich zu prüfen, inwieweit es sich hierbei um echte, d.h. statistisch gesicherte Unterschiede handelt.

D Statistische Auswertung der Ergebnisse

Die Überprüfung der Frage, ob die Unterschiede, die sich beim Mittelwertsvergleich gezeigt haben, als echte Unterschiede aufzufassen sind, wurden mit Hilfe des t - Testes überprüft, E. WEBER (1956). Zunächst ist hierbei die Berechnung der Standartabweichung vom Mittelwert der einzelnen Meßergebnisse erforderlich.

Diese Standartabweichung des Mittelwertes wird nach folgender Formel berechnet:

$$S_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \bar{x}\sum x_i}{N\ (\ N-1\ )}}$$

Bezeichnungen:
- x_i = Einzelwerte (x_1, x_2, x_3, etc.)
- $\bar{x}$ = Arithmetischer Mittelwert
- N = Zahl der Einzelwerte (Umfang der Stichprobe)
- $N-1$ = Freiheitsgrad
- S = Einfacher mittlerer Fehler
- $S_{\bar{x}}$ = Standartabweichung des Mittelwertes

Für t gilt dann

$$t = \frac{\bar{x}_a - \bar{x}_b}{\sqrt{\frac{(\sum x_i^2 - \bar{x}\sum x_i)\,a + (\sum x_i^2 - \bar{x}\sum x_i)\,b}{(N_a + N_b) - 2}}\sqrt{\frac{N_a \cdot N_b}{N_a + N_b}}}$$

Ein echter Unterschied zwischen den Mittelwerten ist also gegeben, wenn bei gefährderter Signifikanz (α) der Wert t gleich oder größer als ein definierter Wert ist. J.H. BURN (1960).

Bei den von uns durchgeführten Untersuchungen ist dieser Grenzwert für t bei einem geforderten Signifikanzniveau von 0,05, d.h. von 5% mit 2,07, bei einem geforderten Signifikanzniveau von 0,01, d.h. 1% mit 2,82 anzusetzen.

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung sind nachstehend zusammengefasst.

t - Test - Ergebnisse

Gruppe 1: Kontrolltiere 20 Tage (x_1) und 33 Tage (x_2) alt

	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	FG	t	α 1%5%	Unterschied signifikant
Zone 1 (Schmelz)	150,1666	146,8125	22	0,877610	- -	nein
Zone 2a (schmelznah)	63,564	69,791	22	3,495	+ +	ja
Zone 2b (Dentinkern)	47,7958	46,5854	22	0,790122	- -	nein

Gruppe 2: Cortisontiere 20 Tage (x_1) und 33 Tage (x_2) alt

	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	FG	t	α 1%5%	Unterschied signifikant
Zone 1 (Schmelz)	153,2557	149,0833	22	0,820125	- -	nein
Zone 2a (schmelznah)	59,505	56,318	22	1,235	--	nein
Zone 2b (Dentinkern)	38,3250	38,1687	22	0,164972	--	nein

Gruppe 3: Kontrolltiere 20 Tage (x_1) und Cortisontiere 20 Tage (x_2)

	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	FG	t	α 1%5%	Unterschied signifikant
Zone 1 (Schmelz)	153,2557	150,1666	22	0,631913	- -	nein
Zone 2a (schmelz-nah)	63,564	59,505	22	1,812	- -	nein
Zone 2b (Dentin-kern)	47,7958	38,3250	22	7,471777	+ +	ja
Zone 2c (pulpen-nah)	35,7708	34,3730	22	1,036291	- -	nein

Gruppe 4: Kontrolltiere 33 Tage (x_1) und Cortisontiere 33 Tage (x_2)

	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	FG	t	α 1%5%	Unterschied signifikant
Zone 1 (Schmelz)	149,0833	146,8125	22	0,554359	- -	nein
Zone 2a (schmelz-nah)	69,791	56,318	22	6,054	+ +	ja
Zone 2b (Dentin-kern)	46,5854	38,1687	22	6,700243	+ +	ja
Zone 2c (pulpen-nah)	38,4250	32,6020	22	4,469306	+ +	ja

t - Test zum Vergleich der einzelnen Meßzonen im Dentin:

Gruppe:	Zone:	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	FG	t	α 1%5%	Unterschied signifikant
Kontroll-tiere	2a- 2b	63,564	47,7958	22	8,2526	+ -	ja
20 Tage	2b- 2c	47,7958	35,7708	22	7,5658	+ -	ja
Cortison-tiere	2a- 2b	59,505	38,3250	22	12,2298	+ -	ja
20 Tage	2b- 2c	38,3250	34,3730	22	3,9301	+ -	ja
Kontroll_tiere	2a- 2b	69,791	46,5854	22	16,9758	+ -	ja
33 Tage	2b- 2c	46,5854	38,4250	22	5,1769	+ -	ja
Cortison-tiere	2a- 2b	56,318	38,1687	22	8,4069	+ -	ja
33 Tage	2b- 2c	38,1687	32,6020	22	6,2594	+ -	ja

Die Härteabnahme von der schmelznahen Dentinzone über den Dentinkern zur pulpennahen Dentinzone ist sowohl bei den Kontrolltieren, wie auch bei den Cortisontieren signifikant.

Aufgrund des statistischen Vergleiches sind folgende gesicherte Aussagen möglich.

1. Unterschiede in der Schmelzhärte sind nicht nachweisbar.

2. a) Bei den Kontrolltieren, d.h. bei normaler Entwicklung, ist zwischen dem 20. und 33. Lebenstag eine Härtezunahme der äußersten (ältesten) Dentinschicht festzustellen. In den später gebildeten Schichten ist ein derartiger Vorgang nicht nachweisbar.

2. b) Bei den Versuchstieren, die zwischen dem 3. und

15. Lebenstag Hydrocortison erhielten, sind zwischen dem 20. und 33. Lebenstag keine Veränderungen der Dentinhärte in den verschiedenen Schichten festzustellen. Die Aushärtung der äußersten Dentinschicht, die bei den Kontrolltieren feststellbar war, bleibt hier aus.

3. Das Dentin der Versuchstiere ist in allen untersuchten Schichten weicher als das Dentin der Kontrolltiere.

III Diskussion

Untersuchungen von H. WÖRNER (1969) und E. FISCHER (1969) hatten gezeigt, daß Hydrocortisongaben während der Zahnentwicklungsphase dazu führen, daß Dentin mit verminderten Härteeigenschaften gebildet wird. Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es zu untersuchen, wie sich Hydrocortisongaben auswirken, die nur in einem bestimmten Zeitabschnitt während der Zahnentwicklungsphase verabreicht werden. Insbesondere interessiert dabei

a) ob bereits gebildetes Dentin nachträglich verändert wird,
b) ob die Veränderungen, die primär durch die Hydrocortisonmedikation bedingt sind, wieder ausgeglichen werden können, also reparabel sind und schließlich
c) ob nach dem Absetzen des Präparates wieder normales Dentin gebildet wird.

Mit unserer Versuchsanordnung: Hydrocortisongabe am 3., 6., 9. und 15. Lebenstag sind die Voraussetzungen geschaffen, daß am 1. Rattenmolaren Dentinschichten entstehen, die solche Untersuchungen ermöglichen.

Unsere Untersuchungen bestätigen zunächst die Feststellungen früherer Untersuchungen, nämlich: der Schmelz wird in seinem Härteverhalten durch Hydrocortisongaben während seiner Entwicklungsphase nicht beeinflußt. Darüberhinaus hat sich gezeigt: die Härte des Schmelzes verändert sich bei Kontrolltieren wie auch bei Versuchstieren zwischen dem 20. und 33. Lebenstag nicht mehr.

Der Vergleich zwischen 20 Tage alten Kontroll- und Versuchstieren ermöglicht eine Beurteilung des Hydrocortisoneinflusses auf die äußerste, bereits ausgebildete Dentinschicht, sowie auf die Dentinschichten, die während dieser Zeit mineralisiert wurden und die unmittelbar an die äußerste Schicht (Breite bis zu 35 µ) anschließen und bis

zur Pulpa reichen. Die letzte Hydrocortisonmedikation erfolgte zwar am 15. Lebenstag, jedoch wirkt diese letzte Gabe mit Sicherheit noch einige Tage über den Injektionstag hinaus. Wie lange diese Wirkung anhält, ist nicht mit absoluter Sicherheit abzugrenzen. Geht man jedoch von der Verhaltensweise der Tiere und von ihrer Gewichtsentwicklung (Abb. 1) aus, so ist anzunehmen, daß die Wirkung der letzten Injektion am 15. Lebenstag etwa bis zum 20.-22. Lebenstag anhält. Das bis zu diesem Zeitpunkt vorhandene Dentin ist also mit Ausnahme der erwähnten ältesten Schicht während seiner Bildung dem Kortikoideinfluß ausgesetzt.

Die Vergleichsuntersuchung ergab, daß die äußerste Dentinschicht bei 20 Tage alten Kontroll- und Versuchstieren gleich hart ist. Die Härteeigenschaften bereits vorhandenen Dentins wurden durch die Hydrocortisonmedikation nachträglich nicht mehr verändert.

Demgegenüber waren die während der Hydrocortisonmedikation gebildeten Dentinschichten (Zone 2b, 2c) bei den Versuchstieren in ihrem Härteverhalten gegenüber Kontrolltieren deutlich herabgesetzt. Hydrocortisongaben beeinflussen die Ausbildung der Dentinhärte also unmittelbar.

Bei der Gegenüberstellung der 33 Tage alten Kontroll- und Versuchstiere zeigte sich, daß hier auch die älteste (äußerste) Dentinschicht bei den Kontrolltieren signifikant härter ist als bei den Versuchstieren. Dieser Unterschied, der bei den 20 Tage alten Tieren noch nicht festzustellen war, muß also zwischen dem 20. und 33. Lebenstag entstanden sein. Es kann sich dabei nicht um ein Weicherwerden durch Kortikoideinfluß handeln. Vielmehr ergibt sich: die Härtezunahme, die bei den Kontrolltieren zwischen dem 20. und 33. Lebenstag feststellbar ist, bleibt bei den Versuchstieren aus. Eine Erklärung hierfür ist schwierig, aber möglich, wenn wir davon ausgehen, daß

der Stoffwechsel zwischen Pulpa und den äußersten Dentinschichten infolge der Veränderungen, die während der Kortikoidphase im Dentinkern entstehen, gehemmt ist.

Aufgrund der Beobachtung, dass die mittlere Dentinschicht bei den 20 und 33 Tage alten Versuchstieren gleich hart ist, ergibt sich die Schlußfolgerung: Durch die Kortikoidmedikation werden Strukturveränderungen des Dentins hervorgerufen, die nicht ohne weiteres auszugleichen sind. Wir müssen feststellen, daß die kortikoidabhängige Härteverminderung der Dentinkernzone während der kortikoidfreien Zahnentwicklungsphase nicht mehr ausgeglichen wird. Ob ein solcher Ausgleich während eines späteren Lebenszeitabschnittes, d.h. während der späteren Gebrauchsphase noch auftritt, entzieht sich der Beurteilung durch unsere Untersuchungsanordnung.

Die Tatsache, daß die Härte der innersten, pulpanahen Dentinzone bei den Versuchstieren ebenfalls vermindert ist, obwohl dieses Dentin erst nach dem 20. Lebenstag, d.h. in einer Phase entsteht, in der kein Kortikoid mehr gegeben wurde, beweist: Hydrocortisongaben wirken sich auch auf später zu mineralisierende Zahnhartsubstanzen aus, das heißt, die Hydrocortisonmedikation wirkt bereits auf die Gewebestrukturen des Praedentins ein.

Somit sind alle eingangs aufgeworfenen Fragen beantwortet.

Zu a) Bereits gebildetes Dentin wird nachträglich nicht mehr verändert.

Zu b) Härteveränderungen des Dentins, die primär durch Hydrocortison hervorgerufen wurden, werden im Untersuchungszeitraum, d.h. während der Zahnentwicklungsphase nicht mehr ausgeglichen.

Zu c) Auch nach dem Absetzen der Hydrocortisonmedikation entsteht kein normales Dentin.

IV Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit sollten nachstehende Fragen beantwortet werden.

1. Sind die durch Hydrocortisongaben verursachten Härteverminderungen auf die Zahnabschnitte begrenzt, die während der Kortikoidzufuhr gebildet werden?
2. Wird das Härteverhalten auch solcher Hartsubstanzschichten beeinflußt, die schon vor der Hydrocortisonzufuhr gebildet waren?
3. Wird die kortikoidbedingte Veränderung der Dentinhärte nach dem Absetzen der Zufuhr wieder ausgeglichen?

Hierzu wurden vergleichende Tierversuche mit Albinoratten durchgeführt. Ein Teil der Tiere erhielt am 2. und 3. Viertel der Zahnentwicklungsphase Hydrocortison (vom 3. bis zum 15. Lebenstag).

Auf diese Weise kann man am 1. Molaren eine äußerste (älteste) Dentinschicht abgrenzen, die schon vor der Hydrocortisongabe vorhanden ist. Die nach innen anschliessenden Schichten sind der Kortikoideinwirkung ausgesetzt, die innersten Schichten werden erst nach dem Absetzen der Kortikoidzufuhr gebildet.

Die Mikrohärtebestimmungen wurden mit dem "Duriment"-Gerät der Firma Leitz in Vickerseinheiten vorgenommen.

Die statistische vergleichende Auswertung der Meßergebnisse nach dem t-Test ergab nachstehendes Bild.

1. Im Schmelz ist weder altersabhängig (zwischen dem 20. und 33. Lebenstag) noch durch die temporäre Hydrocortisonmedikation (vom 3. bis 15. Tag) eine Veränderung des Härtegrades festzustellen.
2. Der Härtegrad der äußersten (ältesten) Dentinschicht nimmt zwischen dem 20. und 33. Lebenstag normalerweise zu.

3. Die Aushärtung der äußersten Dentinschicht ist nicht mehr festzustellen, wenn die Tiere zwischen dem 3. und 15. Lebenstag, d.h. in der ersten Hälfte der Zahnentwicklungsperiode Hydrocortison erhalten.
4. Der Härtegrad bereits gebildeter Dentinschichten wird durch die Hydrocortisonmedikation aktiv nicht mehr herabgesetzt, aber ihre weitere Aushärtung wird, wenn nicht verhindert, so doch verzögert.
5. Dentin, das in der Zeitspanne der Hydrocortisonmedikation gebildet wird, erreicht einen geringeren Härtegrad als entsprechendes Dentin von Kontrolltieren.
6. Ein Härteausgleich dieser weniger harten Schichten nach dem Absetzen der Hydrocortisonmedikation erfolgt bis zum Zeitpunkt, da die Zahnbildungsperiode abgeschlossen wird (33. Lebenstag), nicht mehr.
7. Auch die Dentinschichten, die erst nach dem Abbruch der Hydrocortisonmedikation entstehen, sind weicher als die entsprechenden Schichten bei Kontrolltieren.

V LITERATURVERZEICHNIS

ABRAMSON, J. and RAPOPORT, B.: Application of steroid hormons in pulpcapping and pulpotomy procedures
Oral.Surg. 17, 545-548 (1958)

BALLE. D.: Mikrohärtemessungen im gesunden und kariösen Milchzahnschmelz
Med.Diss. Tübingen (1962)

BLUME, B.B.: Mikrohärtemessungen in Vickerseinheiten mit dem Kleinhärteprüfer "Durimet"
Inaug.Diss., Bonn (1954)

O'BRIEN, C., SURINDAR, M.S., BHASKAR, N. and BRODIE, A.G.: Eruptiv Mechanism and Movement in the First Molar of the Rat
J.dent.Rest. 37, 467-484 (1958)

BURN, J.H. Biological Standardization, 2. Auflage Oxford: Appendix II
Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen 6. Auflage 32-35 (1960)

GALLUZO, F. und BELLONI, C.: Sull uso topico del prednisone in associazione antibiotica nelle pulpiti
Riv.ital.Stomat. 14, 1882-1892 (1959)

HAGEMANN, E.: Ratte und Maus, Versuchstiere in der Forschung.
Berlin: Walter de Grubler und Co (1960)

JANSEN, M.T.: An improved Method for Preparing Seyial Sections of Undecalcified Tissues
J.dent.Res. 29, 401 ff. (1950)

JESSERER, H.: Über Möglichkeiten einer Verhütung von Cortisonschäden am Skelett
Wien.Klin.Wschr. 44, 745-747

JESSERER, H. und KOTZAUREK, R.: Cortison und Calciumstoffwechsel
Klin.Wschr. 6, 285-289 (1959)

JOHANNESSEN, L.B.: Effects of Cortisone on Dentinogenesis in Mandibular First Molars of Albinorats
Arch.oral.biol. 9, 421-434 (1964)

KIRYATI, A.A.: The effect of Hydrocortisone plus Polyantibiotics upon the damaged and infected dental pulp of rat molares
J.dent.Res. 37, 886-901 (1958)

KRELL, F.: Härteprüfungen am Schmelz und am Dentin von Goldhamsterzähnen und menschlichen Zähnen.
Med.Diss. Berlin (1953)

LANDENBERGER, A.: Der Einfluß von Hydrocortison auf die Entwicklung des Zahnvolumens bei der Albinoratte.
Med.Diss. Tübingen (1970)

PICKERILL, M.: Über die Verhütung von Zahnkaries und Mundsepsis
Messmer-Verlag Berlin (1913)

PLATH, E.: Vickershärtemessungen an Molaren von Ratten verschiedenen Gewichts.
Med.Diss. Tübingen (1965)

RICHTER, H.: Über Ritz- und Kugeldruckhärten an Zahnhartsubstanzen, ein kritischer Vergleich.
Ztschr.f.Stomat. 29, 591-606 (1931)

ROHR, H. und WOLF, H.: Lichtmikroskopisch-autoradiographische Untersuchungen mit 3H-Prolin, über den Kollagenstoffwechsel der Osteoblasen von Ratten nach Cortisongaben.
Z.ges.exp.Med. 142, 155-168 (1967)

SAUERWEIN, E.: Kortikoide und Pulpa
Dtsch. Zahnärztekalender
Carl Hanser München 1968

SAWET, T.: Über die Härte des Dentins von Rattenmolaren unter den Bedingungen einer extremen Kalkmangelkost.
Med.Diss. Tübingen (1963)

SEEGER, U.: Zur Frage des Mineralverlustes von Zahnhartsubstanzen bei Kalkmangelzuständen.
Med.Diss. Tübingen (1962)

STOLL, G.: Mikrohärtemessungen im gesunden und kariös veränderten Dentin menschlicher Zähne.
Med.Diss. Tübingen (1964)

TURELL, J.C. und MORALES, E.C.: Initial reactions of the pulp to cortisone acetate
Odont.Uruguay 12, 404 (1958)
Zit. nach SAUER.EIN, E. (1968)

WEBER, E.: Grundrisse der biologischen Statistik
Jena VEB Gustav Fischer (1961)

WÖRNER, H.: Der Einfluß von Hydrocortisongaben während der Zahnentwicklung auf Qualität und Bau der Zahnhartsubstanzen.
Med.habil.Schrift Tübingen (1969)

WOLFSOHN, B.L.: The role of hydrocortisone in the contral of apical periodontitis.
Oral Surg. 7, 314-317 (1954)

VI Anhang

Meßtabellen und Abbildungen

K 20 Härtewerte bei 20 Tage alten Kontrolltieren

Tiere / Zone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	140	132	175	154	140	154	180	140	161	140	140	168
	143	135	165	132	135	152	135	158	175	132	158	140
	135	132	188	154	123	154	161	183	168	102	158	165
	152	127	183	165	132	161	158	137	175	114	154	143
2a	65,9	79,3	71,5	75,7	56,1	58	69,4	59,1	54,3	65,9	68,8	71,5
	65,2	55,2	65,8	62,6	54,7	52,6	59,3	47,9	57,1	52,6	62,6	72,3
	74,8	49,7	86,7	52,1	57,7	75,7	75,7	63,5	56,1	52,6	77,9	57,4
	69	85	86,7	77	59,3	57,4	65,1	49	58,3	46,4	66,7	47,9
2b	53,8	47	55,2	48,6	47	45,8	46,4	53,3	44,8	40,2	54,6	41,6
	51,3	51,6	54,6	49,7	44,4	43,8	42,5	42,9	44,4	42	42,5	59,4
	46,8	49,2	50,1	50,1	43,4	73,6	43,8	47,5	56	49,9	44,8	47,9
	62,6	41,6	33,7	40,8	45	69,6	43,8	45,4	29	49	41,6	41,6
2c	32,8	37,1	37,1	45,4	26,9	44,8	33	31,8	36,4	33,7	29,9	33,6
	31,6	39,4	67	40,8	29,4	40,2	33	29,9	31,6	33,6	30,1	35,4
	27,1	50,9	41,6	34	29,6	48,6	36,4	31,8	28,8	32,8	35,4	32,4
	24,5	38,3	41,6	33,4	28,8	44,4	48,6	32,8	22,3	36,8	33	38,6

V 20 Härtewerte bei 20 Tage alten Versuchstieren am 3., 6., 9., 15. Tag 0,01ml Hydrocortison

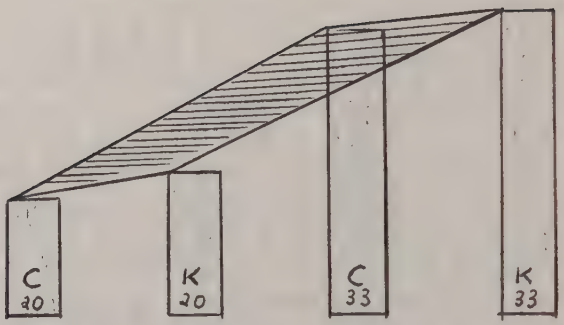
Tiere	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Zone													
1	180	132	192	152	201	192	123	146	152	135	137	143	146
	175	135	172	105	216	206	121	175	180	154	165	109	146
	154	143	158	146	197	192	114	183	175	168	146	118	148
	140	146	143	127	172	188	96,5	140	168	140	154	87,8	135
2a	45,8	67,7	62,3	57,4	40,2	64	67	66,5	61,9	65,7	67	70,2	42,0
	39,9	65,7	66,5	62,6	38,5	74,1	67,9	66,7	61,9	62,6	64,2	75,7	42,0
	36,4	65,7	69,7	68,8	37,8	67	69,3	58,8	51,6	64,1	63,6	74,1	37,8
	39,9	72,8	62,3	62,6	35,6	70,8	67	60,3	63,6	66,7	66,5	63,5	42,0
2b	38,6	39,9	50,1	38,3	34,3	33,4	44,4	35,6	35,4	42,9	34	29,6	41,6
	36,1	44,4	37,5	35,4	35,6	38,6	37,5	43,4	37,1	40,2	36,8	30,1	40,8
	35,4	39,4	39,9	40,8	35,6	34,7	36,1	34	39,1	42	36,1	27,8	45,8
	45,8	44,4	46,4	42	37,8	36,4	40,8	39	38,3	39,1	32,8	31	40,8
2c	52,1	34,3	45,8	34,3	32,2	29,9	37,8	31	31,6	43,4	26,5	25,6	28,3
	52,1	39,4	37,8	31	30,1	30,7	38,3	39,1	32,8	36,1	31,2	31,8	34,3
	37,8	33,6	36,1	33,4	30,4	29	36,4	39,1	33,6	38,6	30,7	27,4	35
	42,5	35,4	34,3	33	30,4	30,4	37,1	34,3	30,4	34,7	29	24,5	32,8

K 33 Härtewerte bei 33 Tage alten Kontrolltieren

Tiere	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zone												
1	190	182	208	212	169	229	197	162	169	202	165	241
Schmelz	210	212	227	232	218	236	188	188	174	206	195	249
	208	195	197	212	174	239	195	152	234	188	206	257
	204	208	225	234	195	186	210	204	204	195	185	241
2a	66,3	66,6	76,6	82,6	72,3	69,2	65,2	65,9	63,2	64,9	73,2	79,3
Schmelznahes	73,2	71,1	71,9	86,7	62,9	69,6	66,6	71,5	67,7	70	67,4	86,2
Dentin der	62,9	64,2	65,6	79,3	67,7	73,2	66,6	60	62,9	68,1	73,6	72,8
Bildungsphase I	67,7	63,9	70,4	74	63,2	69,6	67,7	64,2	72,3	68,8	61	80,2
2b	67,4	68,8	62,9	67,7	57,4	67	61	66,6	68,5	67,4	65,6	72,8
Dentinkern	57,4	69,2	70,8	52,6	66,6	69,6	75,3	65,2	70,4	71,5	64,9	61
Dentin der Bil-	68,1	67,7	61,3	74,4	66,6	75,7	64,6	65,2	69,6	69,6	62,9	57,4
dungsphase II	51,3	63,9	68,4	66,6	65,6	61,3	68,1	63,9	61,3	66,3	58	68,1
2c	29,3	35,2	31,8	36,4	37,5	32,8	34,7	36,1	40,2	40,2	58	42,9
Pulpanahes Dentin	30,7	34,6	36,4	36,4	34	33	30,7	32,4	37,1	41,6	55,2	58
Dentin d. Bil-	33,6	35,2	38	38,6	34,3	31,2	31,8	29,9	36,4	42,5	59,1	47,5
dungsphase III	34,3	39,4	32,8	35	36,8	29,5	35,6	33	33,4	51,8	57,7	51,8

V 33 Härtewerte bei 33 Tage alten Versuchstieren
am 3., 6., 9., 15. Tag 0,01ml Hydrocortison

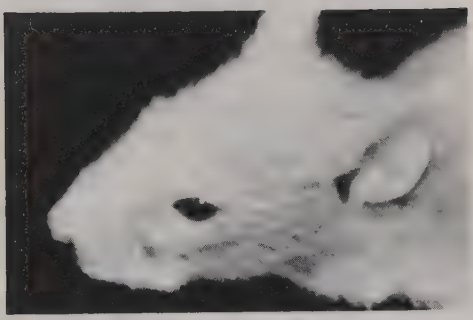
Tiere	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zone												
1	165	127	127	137	165	172	109	154	105	172	130	152
	165	148	137	140	168	216	130	132	148	175	146	148
	161	161	113	130	135	165	152	137	161	168	172	158
	168	130	125	146	110	180	148	158	168	161	146	135
2a	40,2	67,8	51	66,5	57	67,5	61	51,3	48,6	65,9	43,8	35,6
	34,7	67	58	63,5	55	62,5	65,9	47,5	62,6	86,7	44,4	36,4
	36,4	49	49	58	50,9	60	77	58	50,1	73	42,9	43,4
	37,8	47,5	56	89,4	53,8	59,4	73,6	50,1	71,5	93,4	44,4	38,3
2b	35	33,4	39,9	40,2	49,7	35,4	37,5	36,8	50,9	51,3	39,4	30,1
	33,6	35	36,4	42	42	39,9	35	40,8	38,3	36,4	35,6	32,8
	32,2	34,3	34,3	39,4	42	36,8	39,4	33,6	49	42	37,1	30,7
	34,3	35	41,1	37,5	42	36,1	39,1	37,5	44,8	39,1	35,6	31,8
2c	25,3	30,4	33,4	32,8	31,8	33	26,2	28	29	34,7	32,2	29,9
	31,6	37,1	31,6	37,8	38,3	34,3	42	28,5	26,6	36,1	33	30,7
	35,6	27,6	32,2	32,4	39,9	31,8	31,6	29,9	39,1	34,3	33	29,4
	32,4	31,2	32,2	33	31,2	33,4	33	33,6	40,8	32,4	32,8	27,8



20 Tage alte Tiere		33 Tage alte Tiere	
Cortison-tiere	Kontroll-tiere	Cortison-tiere	Kontroll-tiere
426g	526g	1043g	1176g

Abb. 1 Schematische Darstellung der Gewichtsentwicklung von Albinoratten unter verschiedenen Bedingungen. Die Tiere, die zwischen dem 3. und 15. Lebenstag Hydrocortison erhalten, sind im Alter von 20 Tagen in ihrer Größe und Gewichtsentwicklung deutlich zurückgeblieben. In der Folgezeit bis zum 33. Lebenstag verläuft die Gewichtsentwicklung bei den Tieren beider Gruppen parallel. Der kortikoidbedingte Gewichtsunterschied wird aber in diesem Zeitraum nicht ausgeglichen.

2a

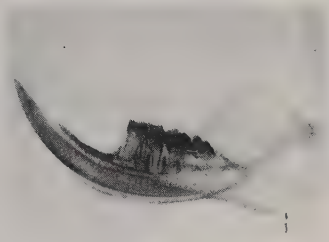


2b

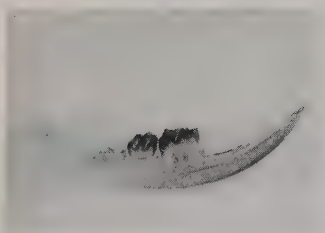
Abb. 2a) Albinoratte im Alter von 20 Tagen, die unter Normalbedingungen aufgewachsen ist.
b) Albinoratte im Alter von 20 Tagen, die zwischen dem 3. und 15. Lebenstag Hydrocortison erhielt.

Abb. 3 Röntgenologische Darstellung der normalen Gebißentwicklung bei der Ratte vom 2. bis zum 30. Lebenstag.

4a



4b



4c

4d

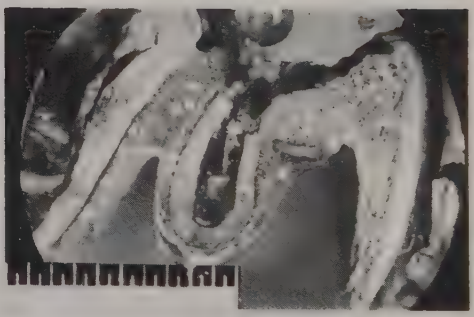
Abb. 4 Vergleichende röntgenologische Darstellung der Gebißentwicklung bei 20 und 33 Tage alten Albinoratten.
a) Kontrolltier 20 Tage alt
b) Kontrolltier 33 Tage alt
c) Versuchstier 20 Tage alt, Hydrocortisongaben zwischen dem 3. und 15. Lebenstag.
d) Versuchstier 33 Tage alt, Hydrocortisongaben zwischen dem 3. und 15. Lebenstag.

Der unterschiedliche Entwicklungsstand ist bei den 20 Tage alten Tieren deutlich zu erkennen.

Bei den 33 Tage alten Tieren ist ein Größenunterschied praktisch nicht mehr feststellbar. Die Differenz wurde in der hydrocortisonfreien Entwicklungsperiode (21-33 Tag) weitgehend ausgeglichen.

5a

5b

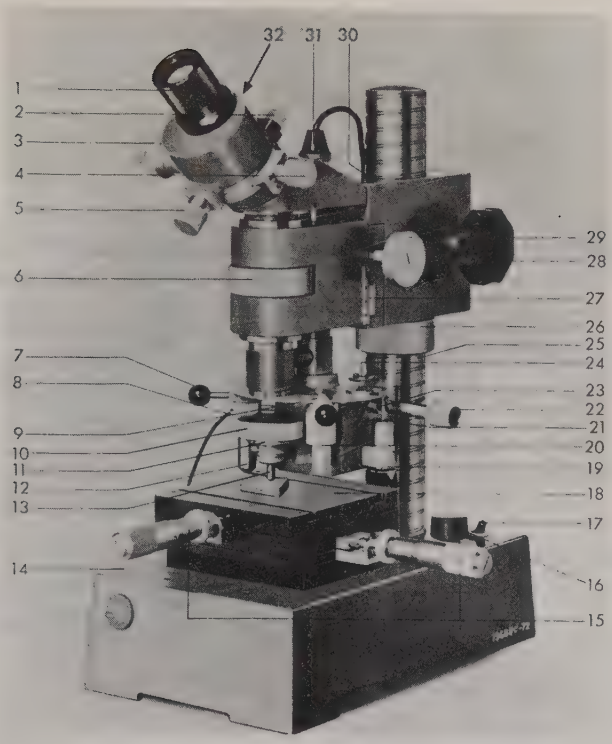


5c

Abb. 5 Vergleichende histologische Darstellung der Zahnentwicklung von M1 bis zum 20. (a) bzw. 33. (c) Lebenstag unter Normalbedingungen.

Ein Teilstrich der Skala entspricht 1/10 mm.

b) Originalwiedergabe einer Eindruckpyramide bei der Vickershärtemessung im Dentin.
Länge der Diagonalen 32µ : 30µ



1 Feinmeßokular

2 Klemmschraube für das Feinmeßokular, nach Lösen dieser Klemmschraube kann das Okular um seine Achse gedreht werden

3 Einstellschraube für die Teilung des Feinmeßokulars

4 Einstellknopf zur Längsverschiebung des Feinmeßokulars

5 Einstellknopf zur Querverschiebung des Feinmeßokulars

6 Rändelring zum Feineinstellen auf Prüfstückoberfläche

7 Griffe zum Einschwenken der Objektive oder des Prüfdiamanten

8 Drahtauslöser

9 Rastfeder

10 Gewicht zur Erzeugung der Prüfkraft

11 Auflageteller für das Prüfgewicht

12 Meßobjektiv (für Vergrößerung 400x, Objektfelddurchmesser 0,45 mm)

13 Prüfdiamant

14 Auflagefläche für den Meßtisch

15 Meßspindeln (Meßbereich 25 mm)

16 Potentiometerknopf zum Regeln der Lichtstärke

17 Kippschalter zum Einschalten der Beleuchtung

18 Meßtisch (Objektauflage)

19 Rändelschraube zum Einstellen der Absenkgeschwindigkeit des Diamanten

20 Übersichtsobjektiv (für Vergrößerung 100x Objektfelddurchmesser 1,8 mm)

21 Deckel der Ölbremse mit Einfülloch

22 Rändelknopf mit biegsamer Welle zum Anheben des Eindringkörpers

23 Kolbenstange

24 Bohrung für Revolversperrung bei abgesenktem Diamant

25 Säule mit Steilgewinde

26 Rändelmutter zur Höhenverstellung des DURIMET-Oberteils an der Säule

27 Orientierungsteilung mit Nonienablesung für die Höheneinstellung des DURIMET

28 Sterngriff zum Festklemmen des DURIMET-Oberteils an der Säule

29 Triebknopf (Grobeinstellung) zur Höhenverstellung des DURIMET

30 Index für Normalstellung des DURIMET

31 Beleuchtungseinrichtung mit auswechselbarer Niedervoltlampe 8 V 5 W

32 In Pfeilrichtung liegt das Fenster für die Okularbeleuchtung

Abb. 6 Das Kleinhärteprüfgerät der Firma Leitz.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Privatdozenten Dr. H. Wörner für die Überlassung und hilfreiche Anleitung dieser interessanten Arbeit und Herrn Prof. Dr.Dr. Fröhlich für die Berichterstattung sehr herzlich danken.

Lebenslauf

Am 14. Februar 1927 wurde ich, Ruth Müller, als Tochter des Arztes Dr. med. Hermann Müller und seiner Ehefrau Dora, geb. Uhlig in Dresden geboren.

Besuch der Grundschule von 1933 bis 1937 in Cunewalde O/L, sowie der Oberschule in Bautzen/Sa. und Annaberg/Erzgeb. Abitur 1945, anschließend Lehre als Zahntechnikerin mit Abschlußprüfung 1948. Tätigkeit als Zahntechnikerin bis 1958 in Annaberg.

1959 Beginn des Studiums der Zahnheilkunde in Tübingen, daselbst 1963 Physikum und 1965 Staatsexamen.

1965 bis 1968 Assistentin an der Universitäts Zahn-, Mund- und Kieferklinik in Tübingen und seit 1969 in eigener Praxis in Hechingen tätig.